

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ALEXSANDRO ALVES BARBOSA

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DO MILHO SAFRINHA EM FUNÇÃO DA  
UNIFORMIDADE LONGITUDINAL DE FERTILIZANTE NO SULCO DE  
SEMEADURA**

PALOTINA

2017

ALEXSANDRO ALVES BARBOSA

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DO MILHO SAFRINHA EM FUNÇÃO DA  
UNIFORMIDADE LONGITUDINAL DE FERTILIZANTE NO SULCO DE  
SEMEADURA**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Agronomia da  
Universidade Federal do Paraná – Setor  
Palotina como requisito à obtenção do título  
de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Laércio Augusto Pivetta

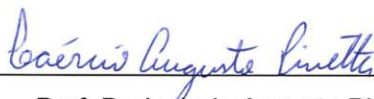
PALOTINA  
2017

## TERMO DE APROVAÇÃO

ALEXSANDRO ALVES BARBOSA

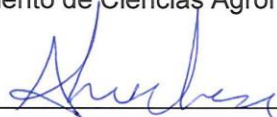
### DESEMPENHO AGRONÔMICO DO MILHO SAFRINHA EM FUNÇÃO DA UNIFORMIDADE LONGITUDINAL DE FERTILIZANTE NO SULCO DE SEMEADURA

Trabalho de conclusão de curso aprovado como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Agrônomo, Curso de Agronomia no Setor Palotina da Universidade Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora:



Prof. Dr. Laércio Augusto Pivetta

Orientador – Departamento de Ciências Agronômicas - UFPR Setor Palotina



Prof. Dr. Augusto Vaghetti Luchese

Departamento de Ciências Agronômicas - UFPR Setor Palotina



Prof. Dr. Vilson Luís Kunz

Departamento de Ciências Agronômicas - UFPR Setor Palotina

Palotina, 13 de dezembro 2017

*Aos meus pais, Altair Barbosa e  
Alzira Alves de Araujo Barbosa,  
Por serem os pilares desta jornada.  
Por todo amor, carinho e compreensão.*

*Dedico.*

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus por me conceder o privilégio da vida, por estar presente nos momentos bons e ruins, e por ajudar a enfrentar todos os desafios.

A minha família, meus pais Altair Barbosa e Alzira Alves de Araujo Barbosa pelo amor, carinho, paciência e dedicação ao longo dos anos. Mais do que a educação formal que vocês me ofereceram e que sempre se esforçaram para que fosse a melhor, a formação humana foi o que de mais importantes vocês fizeram por mim. Eu só posso retribuir tentando ser o melhor filho que pais como vocês merecem ter. Sou e serei eternamente grato por tudo que vocês dedicaram a mim. Eu tenho muito orgulho de ser filho de vocês e muita admiração pelos pais que tenho. Obrigado por tudo. Amo muito vocês.

A Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina, juntamente com a coordenação do curso de Agronomia, a todo corpo docente a qual tive a oportunidade de conviver e adquirir conhecimentos ao longo dos últimos anos fornecendo suporte para a concretização de um sonho.

Ao Prof. Dr. Laércio Augusto Pivetta. Há pessoas que marcam a nossa vida, que despertam algo especial em nós, que abrem nossos olhos e transformam a nossa maneira de ver o mundo. Você foi uma dessas pessoas, não a palavras que expressam o tamanho da gratidão que possuo, obrigado pela extrema paciência, orientação, ensinamentos e confiança depositada na finalização deste trabalho.

A Todos os integrantes do SUPRA Pesquisa (Grupo de Pesquisa em Sistemas Sustentáveis de Produção Agrícola), e ao grupo de IC (Projeto de Variação de Adubação), em especial para Christian Escobar Gasparin e Henrique Bernardo Muriana, pelo auxílio na realização das atividades destinadas a este trabalho.

A todos os meus amigos, em especial ao, Marcio Felipe Simoni, Augusto Cesar Nardi, Eduardo Luiz Mazzoti, Rafael Schueroff de Meira, Thiago Marangoni, Vinícius Genero, Marlon Viletti, Tiago Weber Land, Tiago Langer Winckler, Elvis Fernando Aguayo, e tantos outros pela amizade. Um abraço a galera do PROERD.

A todos os meus amigos de longa data, em especial ao Leonardo José Gregorio, Kawan Daniel Crepaldi, Jediel Farias de Lima, José Augusto Bolognini e tantos outros, pela amizade verdadeira ao longo dos anos.

Em especial ao meu falecido avô Cristino Barbosa, grande homem, obrigado pela responsabilidade, fé e confiança depositada a mim durante toda sua vida.

*“Para que o mal triunfe, basta que os bons não façam nada.”*

**Edmund Burke**

## RESUMO

A população mundial esta cada vez maior, crescendo exponencialmente, por isso, a necessidade de utilização de alternativas que aumentem a produção mundial de alimentos. Assim, se torna necessário o uso de técnicas que aumentem a produtividade das culturas. A utilização correta de fertilizantes é um dos fatores predominantes para se alcançar este propósito. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da uniformidade de distribuição longitudinal de fertilizante nos componentes de produção e produtividade da cultura do milho. O experimento foi conduzido no município de Palotina - PR, em um Latossolo Vermelho distrófico, em sistema de semeadura direta. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados. Os tratamentos foram constituídos por níveis de CV 0%, 15%, 30% e 60% de coeficiente de variação na distribuição longitudinal do fertilizante. A dose de fertilizante foi de 312 kg ha<sup>-1</sup> do formulado 10 – 15 – 15, resultando em 31, 47 e 47 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente. O fertilizante foi aplicado de maneira manual, utilizando um cano de PVC de 25 mm cortado longitudinalmente ao meio com divisões de 10 cm de comprimento. Foram realizadas avaliações de população de plantas, altura de inserção da primeira espiga, numero de fileiras por espiga, numero de grãos por espiga, massa de 100 grãos, peso de grãos por espiga e produtividade. Também se realizou cálculos do coeficiente de variação (CV), da altura de inserção da primeira espiga, numero de fileiras por espiga, numero de grãos por espiga, massa de 100 grãos e massa de grãos por espiga, sendo estes considerados como variável resposta. Apesar da maior variabilidade da massa de grãos por espiga com 60% de CV, os demais componentes de produção do milho safrinha não foram afetados pela desuniformidade do fertilizante na linha de semeadura.

Palavras-chave: Adubação, helicoide, variabilidade.

## ABSTRACT

The world population is growing exponentially, so the need to use alternatives that increase world food production. Thus, it is necessary to use techniques that increase grain yield. The correct use of fertilizers is one of the predominant factors to achieve this purpose. The aim of this work was to evaluate the effect of uniformity of longitudinal distribution of fertilizer on the yield components of maize. The experiment was carried out in the municipality of Palotina - PR, in a dystrophic Oxisol, under no-tillage system. The experimental design was a randomized complete block design. The treatments were constituted by levels of coefficient of variation (0%, 15%, 30% and 60%) in the longitudinal distribution of the fertilizer. The dose was 312 kg ha<sup>-1</sup> of the 10-15- 15 fertilizer, resulting in 31, 47 and 47 kg ha<sup>-1</sup> of N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and K<sub>2</sub>O, respectively. The fertilizer was applied manually using a 25 mm PVC pipe cut longitudinally in half with divisions 10 cm long. Plant population, first ear insertion height, number of rows per ear, number of grains per ear, mass of 100 grains, grain weight per ear and grain yield were evaluated. The coefficient of variation (CV), height of insertion of the first ear, number of rows per ear, number of grains per ear, and mass of 100 grains were also calculated. Although the bigger variability of grain weight per ear with 60% of CV, the others yield components of maize were not affected by nonuniformity of longitudinal distribution of fertilizer.

Key-words: Fertilizing, helical distributor, variability.



## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO REFERENCIADA.....	09
2 OBJETIVOS.....	11
3 METODOLOGIA.....	12
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
5 CONCLUSÃO.....	20
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	21

## 1 INTRODUÇÃO REFERENCIADA

O crescimento demográfico mundial nos últimos anos tem sido acima de 70 milhões de pessoas por ano. Atualmente o planeta possui mais de 7 bilhões de habitantes, em 2050 estará na ordem dos 9 bilhões. Para o final do século considera-se mais de 10 bilhões (MUTEIA, 2014). Desta forma, ocorrerá uma maior demanda na produção mundial de alimento de até 70% (SNYDER et al., 2010), além de demais recursos agrícolas como biocombustíveis e madeira.

Portanto, é necessário aumentar a produção de alimentos. Estudos realizados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2017), a produção de grãos no Brasil deverá alcançar 288,2 milhões de toneladas nos próximos 10 anos, ocorrendo um acréscimo de 51 milhões de toneladas em relação à safra atual (2016/2017). A produção continuará se expandindo até 2026/27, sendo que as projeções para o aumento da área de grãos neste período são de 17,3%, elevando a produção de 60 para 71 milhões de hectares (MERLADETE, 2017).

Mas, para que a produção acresça é necessário continuar evoluindo as técnicas de manejo agrícola, visando melhorar a qualidade na produção de culturas de interesse econômico, para que a planta expresse todo seu potencial produtivo, assim, tornando possível o aumento da produção de grãos nas áreas já cultivadas.

Para alcançar este objetivo, é imprescindível a melhoria no uso de fertilizantes. A aplicação inadequada pode intensificar as perdas de nutrientes, diminuir a qualidade da água, crescer a emissão de gases poluentes, e reduzir a qualidade do solo diminuindo sua produtividade (BRUULSEMA et al., 2009).

A regulação de máquinas e implementos agrícolas é uma prática muito negligenciada por produtores rurais o que pode causar maior heterogeneidade no teor de nutrientes nos solos e menor produtividade (NDIAYE e YOST, 1989b). Segundo Ndiaye e Yost (1989a), quanto mais heterogêneos os teores médios de potássio no solo maiores estes devem ser para atingir boas produtividades.

O problema no uso de fertilizantes é a uniformidade da dose aplicada. Como essa prática é realizada com implementos agrícolas, considera-se que estes realizem uma aplicação uniforme, mas muitas vezes isso não ocorre. A aplicação, seja a lanço ou via sulco, pode apresentar aspectos negativos quando mal manejados, como grandes variações nas doses aplicadas, seja pela má regulação de implementos e/ou pela escolha inapropriada da largura de trabalho. Em

semeadoras-adubadoras a desuniformidade pode ocorrer tanto pela variação entre as linhas (DALLABRIDA et al., 2006) como pela variação longitudinal dentro da mesma linha (FEY et al., 2005).

Quando ocorre má aplicação de fertilizantes a lanço é comum observar diferentes faixas de desenvolvimento da cultura, sendo preciso calcular a sobreposição, pois os aplicadores concentram maiores quantidades do fertilizante em seu centro geométrico (DELAFOSSÉ e BOGLIANI, 1989).

A aplicação de nutrientes na semeadura também pode apresentar má distribuição. Estudos com dosadores de fertilizantes tipo rotor horizontal equipado a semeadora-adubadora apresentaram variação quanto à dose de fertilizantes em três das oito linhas existentes (DALLABRIDA et al., 2006). Contudo, este mecanismo é pouco utilizado nas semeadoras comerciais. Atualmente, 94,44% das semeadoras-adubadoras está sendo fabricada com mecanismo rotor helicoidal (FRANCETTO et al., 2015), pois estas apresentam menor variação na dose de fertilizante entre as linhas da semeadora (SILVA et al., 2007). Dallabrida et al. (2006), observaram 5,4% de coeficiente de variação entre as linhas de uma semeadora equipada com rotor helicoidal.

No entanto, o mecanismo rotor helicoidal apresenta problemas como a variação na dose de fertilizante em função da inclinação (GOBBI et al., 2006; FERREIRA et al., 2010) e a formação de pulsos pela desuniformidade na distribuição longitudinal (FEY et al., 2005). Há mecanismos que diminuem a desuniformidade na distribuição longitudinal de fertilizantes, como, dosador helicoidal comum (rosca sem fim), preenchido, vazado, e transbordo (represa), contudo, mesmo com esses dispositivos podem ocorrer altos valores de coeficientes de variação (GOETTEMES et al., 2010).

Deste modo, observa-se a ausência de trabalhos mais detalhados que avaliem o efeito da uniformidade de distribuição longitudinal de fertilizante nas culturas de interesse econômico e se existir esse tipo de efeito, a partir de que nível de variação isso ocorre, pois de acordo com a zona de exploração radicular a desuniformidade pode ser compensada.

## **2 OBJETIVOS**

### **Objetivo geral**

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da uniformidade de distribuição longitudinal de fertilizante nos componentes de produção e produtividade da cultura do milho.

### 3 METODOLOGIA

O experimento agrícola foi realizado no município de Palotina, oeste do estado do Paraná. O solo referente à área experimental vem sendo conduzido em sistema de plantio direto, realizando a semeadura diretamente sobre a palha, apresenta textura media, é classificado como Latossolo Vermelho distrófico, suas coordenadas geográficas são, latitude 24°11'43"S e longitude 53°48'31"O, com altitude media de 340 m. Segundo a classificação de Koppen o clima da região é caracterizado como Cfa, com verões quentes e invernos mais amenos as temperaturas anuais variam em media de 17°C a 19°C, com pluviosidade media entre 1200 mm e 200 mm (PEDRON et al., 2014).

O solo da área experimental apresentava em sua camada de 0,0 a 0,2 m 363 g kg<sup>-1</sup> de argila, 150 g kg<sup>-1</sup> de silte e 487 g kg<sup>-1</sup> de areia. A análise química do solo foi realizada no período anterior a instalação da área experimental e está representada na Tabela 1.

TABELA 1 - CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DO SOLO, NA CAMADA 0,0 A 0,2 M, ANTES DA INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO.

P	C	pH	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	CTC	V
g dm <sup>-3</sup>	g dm <sup>-3</sup>	CaCl <sub>2</sub>	-----	-----	-----	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	-----	-----	-----	%
10,17	11,88	4,90	0,37	4,17	1,12	4,28	0,07	5,66	9,94	56,94

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, com quatro tratamentos e seis repetições Os tratamentos foram constituídos por níveis de coeficiente de variação na distribuição longitudinal do fertilizante, simulando resultados encontrados em alguns mecanismos dosadores (FIGURA 1).

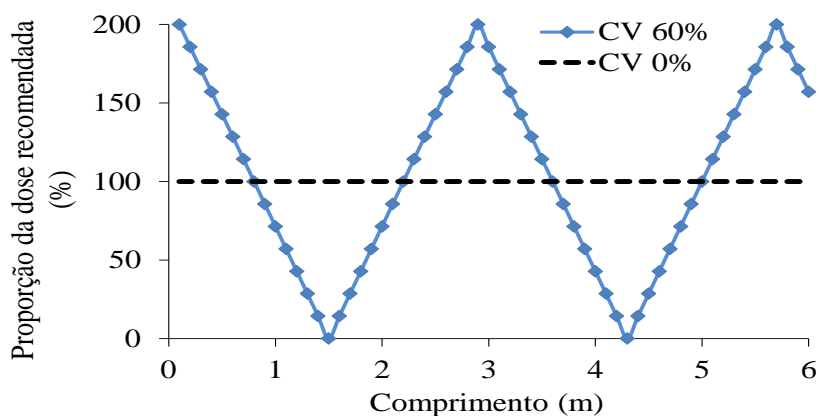
T1 - Pulso de 2,8 m e CV 60%, simulando rotor helicoidal preenchido;

T2 - Pulso de 0,8 m e CV 30%, simulando rotor helicoidal vazado de 1 pol;

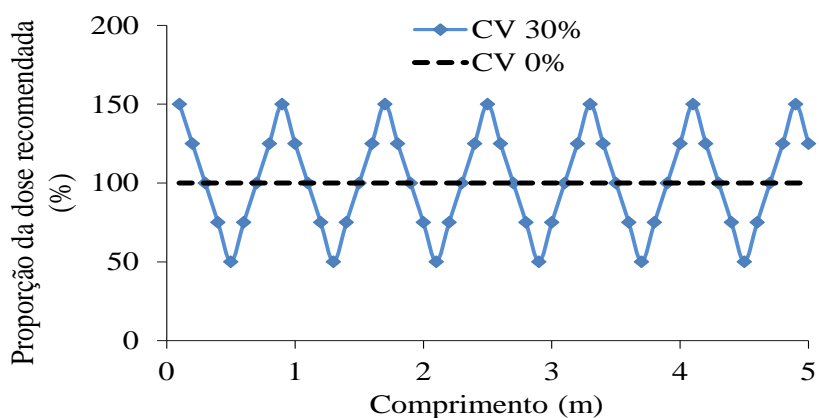
T3 - Pulso de 0,8 m e CV 15%, simulando rotor helicoidal vazado por transbordo de 1 pol;

T4 - Sem variação, CV 0%.

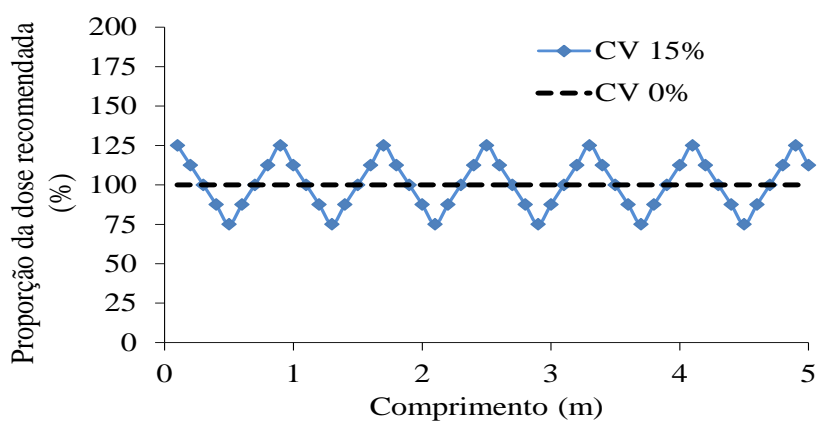
FIGURA 1 – ESQUEMA DA DISTRIBUIÇÃO LONGITUDINAL DO FERTILIZANTE CORRESPONDENTE AOS TRATAMENTOS EM FUNÇÃO DO COEFICIENTE DE VARIAÇÃO. A: CV DE 60%, B: CV DE 30%; C: CV DE 15%. A LINHA TRACEJADA REPRESENTA CV DE 0%.



A



B



C

A adubação foi calculada conforme análise de solo e expectativa de produção ( $< 8 \text{ t ha}^{-1}$ ). Desta forma, a dose de fertilizante utilizada foi de  $312 \text{ kg ha}^{-1}$  do formulado comercial 10 – 15 – 15, resultando em 31, 47 e  $47 \text{ kg ha}^{-1}$  de N,  $\text{P}_2\text{O}_5$

e  $K_2O$ , respectivamente. Realizou-se a aplicação em cobertura de  $50 \text{ kg ha}^{-1}$  de N no estágio V5 na forma de ureia.

O fertilizante foi aplicado de forma manual no sulco de semeadura. Cada bloco do experimento foi constituído de uma linha de semeadura, desta forma, cada linha representou um bloco experimental. Cada uma das unidades experimentais foi constituída por uma linha de semeadura de 5 metros de comprimento.

Para a aplicação do fertilizante foram utilizados canos de PVC de 25 mm, cortados ao meio de forma longitudinal, onde foram feitas divisões a cada 0,10 m (FIGURA 2). Posteriormente realizou-se a pesagem em laboratório do fertilizante referente a cada segmento de 0,10 m. Consequentemente depositou-se o mesmo em sulcos mecanicamente abertos, sendo que os “pulsos” foram posicionados paralelamente entre as linhas. Após a deposição do fertilizante nos sulcos de semeadura colocou-se uma camada de solo para realizar a separação entre fertilizante e semente, que foi acondicionada ao sulco também manualmente (Figura 2).

FIGURA 2 – APLICAÇÃO MANUAL DE FERTILIZANTES. FONTE: O AUTOR (2017)



A semeadura foi realizada na primeira quinzena do mês de março em 12/03/2017, a cultivar escolhida foi o híbrido DOW 2B515 indicado para cultivos de

verão e também para safrinha (DOW AGROSCIENCES, 2016). O espaçamento utilizado foi entre linhas de 0,90 m.

No período posterior a emergência das plantas foi realizada o desbaste das mesmas, permanecendo um estande com uma população final aproximada de 55 mil plantas por hectare.

As avaliações das parcelas de milho foram realizadas no campo e em laboratório. Sendo avaliadas todas as espigas de todas as plantas separadamente em laboratório, e altura de inserção da primeira espiga e distancia de cada planta na linha de cultivo no campo. A área colhida nos tratamentos com variação de fertilizantes foi proporcional ao tamanho de cada pulso de fertilizante. Portanto, no tratamento com CV de 60% foi colhido 2,8 m de comprimento, correspondente a um pico de fertilizante, nos tratamentos com CV de 30% e 15% foi colhido 2,4 m de comprimento, correspondente a três picos de fertilizante.

A colheita do experimento foi realizada na primeira quinzena do mês de agosto em 12/08/2017. Posteriormente, cada espiga referente a cada planta com sua respectiva parcela foi avaliada em laboratório, quantificou-se o numero de fileiras, o numero de grãos por fileira e o numero de grãos por espiga. Os grãos foram levados à estufa para secagem em estufa de circulação forçada de ar a 70°C por cinco dias, para posterior pesagem correção da umidade a 13% na base úmida.

Os parâmetros avaliados foram população de plantas, altura de inserção da primeira espiga, número de fileiras por espiga, numero de grãos por espiga, massa de 100 grãos, massa de grãos por espiga e produtividade. A partir dos resultados de cada planta foram calculados os coeficientes de variação da altura de inserção da primeira espiga, numero de fileiras por espiga, numero de grãos por espiga, massa de grãos por espiga e massa de 100 grãos, sendo que foram considerados como variáveis resposta.

Os valores de coeficiente de variação, assim como os valores médios de cada variável, foram submetidos a análise de variância e analisados por meio da análise de regressão.



#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A população de plantas foi similar entre os tratamentos, com média de 50 mil plantas por hectare (Tabela 2). A altura de inserção de espiga não foi influenciada pelos tratamentos, assim como a variação nesta característica. O mesmo comportamento foi observado para número de fileiras, número de grãos por espiga, massa de 100 grãos e massa de grãos por espiga e os respectivos coeficientes de variação (Tabela 2), à exceção do coeficiente de variação da massa de grãos por espiga. Caso apenas as médias fossem similares entre os tratamentos, poderia ser interpretado que onde houve desuniformidade do fertilizante as plantas apresentaram crescimento compensatório. Contudo, como além das médias, os coeficientes de variação foram similares, infere-se que outros fatores foram dominantes em causar variabilidade entre as plantas, como a própria heterogeneidade do solo, ataque de pragas e doenças, dentre outros.

TABELA 2 – CARACTERÍSTICAS VEGETATIVAS, COMPONENTES DE PRODUÇÃO E COEFICIENTES DE VARIAÇÃO DO MILHO EM FUNÇÃO DA VARIABILIDADE DO FERTILIZANTE NA LINHA DE SEMEADURA.

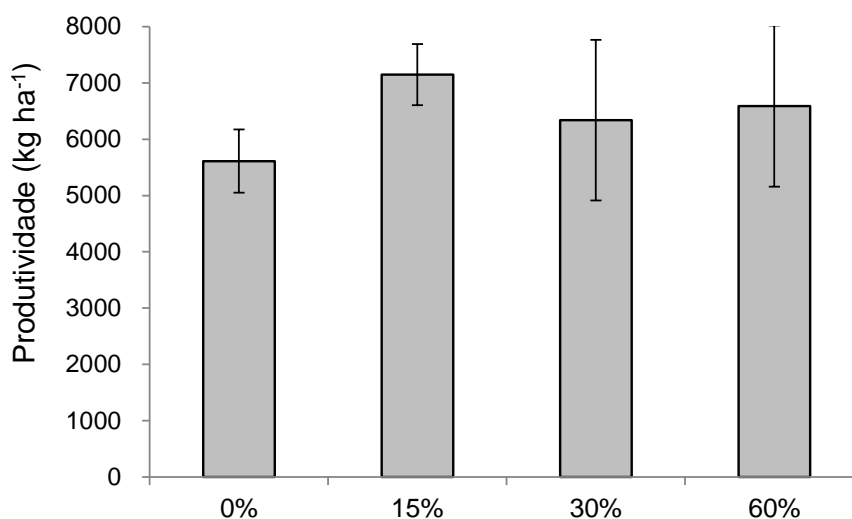
Variável	Unidade	Tratamentos (CV%)				CV (%)
		0	15	30	60	
População <sup>ns</sup>	plt ha <sup>-1</sup>	48371	53953	49669	47983	8,4
Altura de inserção <sup>ns</sup>	cm	85,4	89,6	86,7	88,8	5,9
CV Altura de inserção <sup>ns</sup>	%	14,2	12,3	13,1	15,8	46,3
Fileiras por espiga <sup>ns</sup>	Nº	15	16,5	15,5	14,8	7,3
CV Fileiras por espiga <sup>ns</sup>	%	22,3	19,5	13,0	20,0	62,8
Grãos por espiga <sup>ns</sup>	Nº	312,5	343,7	328,5	307,3	15,1
CV Nº grãos por espiga <sup>ns</sup>	%	36,7	32,4	31,0	41,9	44,2
Massa de 100 grãos <sup>ns</sup>	g	33,9	35,2	34,6	40,1	13,1
CV Massa de 100 grãos <sup>ns</sup>	%	30,6	24,4	24,0	33,8	56,1
Peso de grãos por espiga <sup>ns</sup>	g	101,7	115,5	111,1	120,0	16,0

<sup>ns</sup>: NÃO SIGNIFICATIVO. FONTE: O AUTOR (2017).

Segundo Caires e Milla (2016), maiores doses de N aplicadas em plantas de milho em cobertura podem aumentar linearmente a altura da inserção da espiga, embora a maior estatura da planta com uma espiga mais alta possa influenciar em uma maior porcentagem de acamamento. Os valores de altura de inserção da primeira espiga e número de fileiras foram similares ao observado por Krenchinski et al. (2014), em milho safrinha cultivado em Marechal Cândido Rondon, na mesma região do presente ensaio. Contudo, o número de grãos por espiga foi inferior e a massa de 100 grãos foi superior ao observado pelos autores supracitados.

A produtividade de grãos também não foi afetada pelos tratamentos (Figura 3), apesar de o tratamento com 0% de CV ter apresentado menor produtividade. Brustolin (2016), observou o mesmo comportamento no milho safrinha, demonstrando que aparentemente o milho pode compensar a desuniformidade da adubação na linha de semeadura, por possuir sistema radicular mais amplo e explorar maior volume de solo.

FIGURA 3 – PRODUTIVIDADE DE GRÃOS DE MILHO EM FUNÇÃO DA UNIFORMIDADE DO FERTILIZANTE NA LINHA DE SEMEADURA. AS BARRAS INTERNAS REPRESENTAM O DESVIO PADRÃO DA MÉDIA. FONTE: O AUTOR (2017)

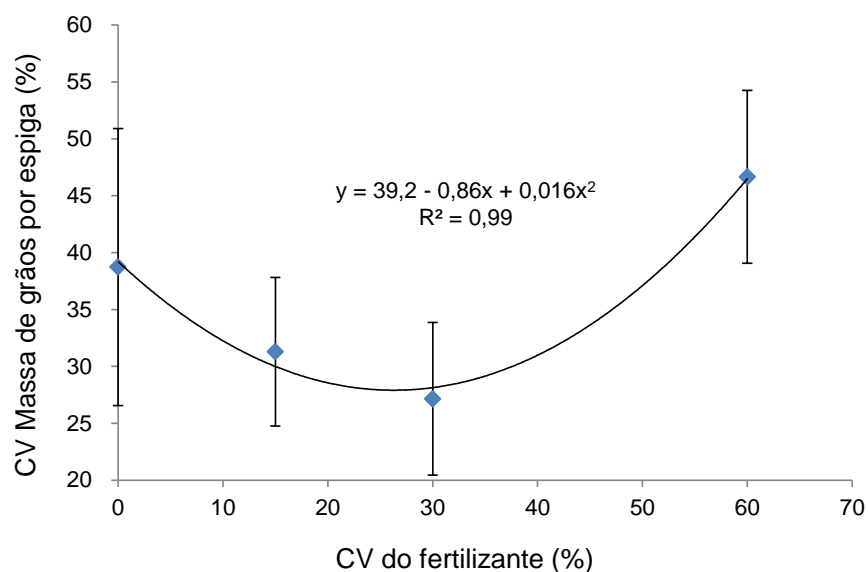


Rosa et al., (2016), observaram aumento de produtividade de três safras (soja, milho e soja) com a redução do coeficiente de variação de 70% para 40% com a utilização de um mecanismo helicoidal por transbordo. Contudo, o efeito não é muito claro em cada cultura avaliada e nem como as plantas são afetadas em cada seção da linha de semeadura.

Pivetta et al. (2016), avaliaram o efeito de coeficientes de variação na linha de semeadura de 0%, 15%, 30% e 60% na produção da soja. Os autores observaram que o aumento da desuniformidade do fertilizante causou aumento na desuniformidade das plantas de forma linear, assim como a produtividade que foi reduzida em 7 kg ha<sup>-1</sup> para cada 1% de coeficiente de variação na linha de semeadura.

O coeficiente de variação da massa de grãos por espiga apresentou comportamento quadrático em função da desuniformidade do fertilizante na linha de semeadura (Figura 4). A equação indica o ponto de mínima com 26,9% de coeficiente de variação, sendo que acima disso há aumento até o ponto de 60% de CV. Não foi possível inferir alguma explicação plausível para a redução da variabilidade da massa de grãos até o CV de 26,9%, sendo que se pode atribuir este resultado a fatores aleatórios. Contudo, o aumento mais acentuado na variabilidade com o CV de 60% pode ser explicado pela alta variabilidade do fertilizante e por apresentar pulsos com distância de 2,8 m, ao contrário dos tratamentos com 15% e 30% de CV, que apresentavam 0,8 m de distância entre os pulsos. Dessa forma, nota-se que o efeito da variabilidade do fertilizante na linha de semeadura pode ser dependente não apenas da amplitude dos pulsos, mas também pela sua distância.

FIGURA 4 – COEFICIENTE DE VARIAÇÃO DA MASSA DE GRÃOS POR ESPIGA EM FUNÇÃO DA UNIFORMIDADE DO FERTILIZANTE NA LINHA DE SEMEADURA. AS BARRAS REPRESENTAM O DESVIO PADRÃO DA MÉDIA. FONTE: O AUTOR (2017)



A composição química do solo pode ser alterada conforme os manejos realizados na cultura implantada (MIRANDA et al., 2006). Considerando isto, nutrientes como fósforo e potássio geralmente são aplicados na linha de semeadura, e de certa forma provocam variabilidade espacial (SILVA et al., 2003). Segundo Silva et al. (2003), a produtividade de grãos de milho apresentou CV de 22,6% enquanto que CVs para nutrientes disponíveis eram de 11,6% para cálcio trocável, 8,1 para matéria orgânica, 28,8% para potássio trocável e para fósforo disponível de 111%. Assim sendo, observa-se que a variabilidade espacial se comporta de maneira diferente para cada nutriente, contudo, nota-se que as plantas possuem a capacidade de adaptar-se a essas condições, apresentando CV menor que o nutriente com maior variabilidade.

Pagnussat et al. (2014), avaliando a variabilidade nas doses por dosadores helicoidais de fertilizante, obtiveram coeficiente de variação menor (45,2%) para o dosador por transbordo em relação ao dosador por gravidade (71,6%), apresentando eficiência na redução da variação pelo mecanismo de transbordo. Entretanto, apesar de em algumas avaliações a altura das plantas apresentar menor variabilidade no mecanismo de transbordo, não houve diferença significativas entre os mecanismos, o que novamente demonstra que as plantas apresentam potencial de compensação das condições desuniformes do ambiente.

Estudos comprovam que as plantas de milho quando em estágio vegetativo V4 apresentam ramificações diferenciadas nas raízes, isto pelo fato de que o estágio V4 é considerado momento definitivo de potencial produtivo. Visto que o acúmulo de carboidrato sintetizado na parte aérea influencia a taxa de ramificação da radícula. Portanto, a pouca disponibilidade de nitrogênio ocasiona menor taxa fotossintética diminuindo o acúmulo de carboidratos, consequentemente diminuindo as ramificações de raízes fazendo com que a planta explore menores volumes de solo, influenciando diretamente na massa de grãos, isto pode ser visualizado em estágio V8 quando ocorre confirmação de fileiras de grãos, pois nesta etapa ocorrem altas taxas de absorção de nutrientes, principalmente, potássio e nitrogênio respectivamente (BOREM et al., 2015).

## **5 CONCLUSÃO**

Apesar da maior variabilidade da massa de grãos por espiga com 60% de CV, os demais componentes de produção do milho safrinha não são afetados pela desuniformidade do fertilizante na linha de semeadura, o que demonstra que o sistema radicular do milho apresenta exploração do solo suficiente para compensar essa desuniformidade.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORÉM, A.; GALVÃO, J. C. C.; PIMENTEL, M. A. **Milho: do plantio à colheita**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2015.

BRUSTOLIN, M. C. **Efeito da uniformidade de distribuição longitudinal de fertilizante no sulco de semeadura na cultura do milho**. Palotina, 21 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia) – Universidade Federal do Paraná, Setor Palotina, Palotina, 2016.

BRUULSEMA, T.; LEMUNYON, J.; HERZ, B. Know your fertilizer rights. **Crops and Soils**, v.42, n.2, p.13-16, 2009.

CAIRES, E. F. E MILLA, R. Solos e Nutrição de Plantas. Adubação Nitrogenada em Cobertura para o Cultivo de Milho com Alto Potencial Produtivo em Sistema de Plantio Direto de Longa Duração. **Bragantia**, Campinas v. 75, n. 1, p. 87-95, 2016.

DALLABRIDA, W. R.; GROFF, R.; FANHANI, M.; GURGACZ, F.; FURLAN, F.; SOUZA, J. H. de. Avaliação da distribuição transversal de fertilizantes em semeadoras-adubadoras. In: ENCONTRO ANUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 10., 2006, Ponta Grossa. **Anais...** Ponta Grossa: UEPG, 2006, p. 1-3.

DELAFOSSÉ, R. M.; BOGLIANI, M. P. **Fertilizadoras centrífugas, la importancia de una correcta elección, uso y mantenimiento**. Santiago: Oficina Regional de la FAO para América Latina El Caribe, 1989, 32p.

DOW AGROSCIENCES. DOW Sementes. **Guia de Sementes 2016**. Disponível em: <[http://msdssearch.dow.com/PublishedLiteratureDAS/dh\\_0965/0901b803809657ef.pdf?filepath=br/pdfs/noreg/013-05181.pdf&fromPage=GetDoc](http://msdssearch.dow.com/PublishedLiteratureDAS/dh_0965/0901b803809657ef.pdf?filepath=br/pdfs/noreg/013-05181.pdf&fromPage=GetDoc)>. Acessado em: 24 de Novembro, de 2017.

FERREIRA, M. F. P.; DIAS, V. O.; OLIVEIRA, A.; ALONÇO, A. S.; BAUMHARDT, U. B. Uniformidade de vazão de fertilizantes por dosadores helicoidais em função do nivelamento longitudinal. **Engenharia na Agricultura**, v.18, n.4, p.297-304, 2010.

FEY, E.; GOBBI, F. C.; FERREIRA, M. R.; RODRIGUES, T. S.; SOUZA, J. H. de; PIVETTA, L. A. Avaliação da distribuição longitudinal de fertilizantes em mecanismo distribuidor helicoidal sob diferentes regulagens e dosagens. In: JORNADA CIENTÍFICA DA UNIOESTE, 3., 2005, Marechal Cândido Rondon. **Anais...** Marechal Cândido Rondon: UNIOESTE, 2005, p1-6.

FRANCETTO, T. R.; DAGIOS, R. F.; LEINDECKER, J. A.; ALONÇO, A. S.; FERREIRA, M. F. Características dimensionais e ponderais das semeadoras-adubadoras de precisão no Brasil. **Tecno-Lógica**, v.19, p. 18-24, 2015.

GOBBI, F. C.; GURGACZ, F.; FIOREZE, S. L.; PIVETTA, L. A.; CASTOLDI, G.; SOUZA, J. H.; PIVETTA, L. A. Avaliação da uniformidade de vazão de fertilizantes em semeadoras adubadoras em função do ângulo de trabalho. In: ENCONTRO ANUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 10., 2006, Ponta Grossa. **Anais...** Ponta Grossa: UEPG, 2006, p. 1-3.

GOETTEMS, J. M.; FEY, E; DOS REIS, G. Z; HOFFMAN, M.; MROZINSKI, C. Distribuição longitudinal de fertilizante em sistemas dosadores helicoidais modificados de semeadoras. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 39, 2010, Vitória. **Anais...** Vitória: INCAPER, 2010, p.1-4.

KRENCHINSKI, F. H.; ALBRECHT, L. P.; KRENCHINSKI, L. R.; PLACIDO, H. F.; ALBRECHT, A. J. P.; MORENO, G.; FURTADO, R. C. N.; TESSELE, A. Utilização de bioestimulante organomineral no milho de segunda safra, cultivado no Oeste do Paraná. **Revista Agrarian**, v.7, p.468-473, 2014.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Safra Brasileira de Grãos deve Alcançar 288,2 Milhões de Toneladas em 10 Anos**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/noticias/safra-brasileira-de-graos-deve-alcancar-288-2-milhoes-de-toneladas-em-10-anos-1>>. Acessado em: 19 de Novembro, de 2017.

MARLADETE, A. **Agricultor - O Empresário do Campo**. Disponível em: <[https://www.agrolink.com.br/noticias/agricultor---o-empresario-do-campo\\_396041.html](https://www.agrolink.com.br/noticias/agricultor---o-empresario-do-campo_396041.html)>. Acessado em: 20 de Novembro, de 2017.

MIRANDA, J.; COSTA, L. M. da.; RUIZ, H. A.; EINLOFT, R. Composição química da solução de solo sob diferentes coberturas vegetais e análise de carbono orgânico solúvel no deflúvio de pequenos cursos de água. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 633-647, 2006.

MULTEIA, H. **O Crescimento Populacional e a Questão Alimentar**. Disponível em: <[http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/faoweb/lisbon/docs/O\\_Pa%C3%ADs\\_25\\_7\\_2014.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/faoweb/lisbon/docs/O_Pa%C3%ADs_25_7_2014.pdf)>. Acessado em: 18 de Novembro, de 2017.

NDIAYE, J. P.; YOST, R. S. Corn response to spatial variability of residual potassium. **Soil Science Society of America Journal**, v.53, n.1, p.1872-1878, 1989b.

NDIAYE, J. P.; YOST, R. S. Influence of fertilizer application nonuniformity on crop response. **Soil Science**, v.148, n.1, p.1-7, 1989a.

PAGNUSSAT, L.; ROSA, D. P. da.; SANTOS, C. C. dos.; TONIASO, A. M.; PESINI, F. Eficiência de dosadores helicoidais em função da dosagem na cultura da soja. In: **XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola**, Campo Grande/MS, 2014.

PEDRON, I. T.; MARIANI, K. L. E DE FARIAS, J. L. R. Et al. **Comportamento do Clima de Palotina/PR de 1973 a 2010**. Disponível em: <file:///C:/Users/alex/Downloads/Comportamento\_do\_Clima\_de\_PalotinaPR\_de\_1973\_a\_201.pdf>. Acessado em: 22 de Novembro, de 2017.

PIVETTA, L.A.; BRUSTOLIN, M.C.; BINSFELD, A.S.T.; MURIANA, H.B.; WACELKOSKI, P.C. A soja compensa a desuniformidade de distribuição do fertilizante no sulco de semeadura? In: Reunião Brasileira de Manejo e Conservação de Solo e Água, 20., 2016, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: SBCS, 2016.

ROSA, D.P.; PAGNUSSAT, L.; CANSIAN, C.A.; LONGARETTI, M.; PESINI, F. Dosadores de rosca helicoidal e suas relações com a produção de grão. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 45., 2016, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: SBEA, 2016, p.1-7.

SILVA, M. R.; PECHE FILHO, A.; DANIEL, L. A. Tecnologia em máquinas para semeadura no sistema plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 6., 2007, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: EMBRAPA, 2007, p.1-7.

SILVA, V. R.; REICHERT, J. M.; STORCK, L. FEIJÓ. Variabilidade espacial das características químicas do solo e produtividade de milho em um argissolo vermelho-amarelo distrófico arênico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, n.6, p.1013-1020, 2003.

SNYDER, C.; BRUULSEMA, T.; CASARIN, V.; CHEN, F.; JARAMILLO, R.; JENSEN, T.; MIKKELSEN, R.; NORTON, R.; SATYANARAYANA, T.; TU, S. Global crop intensification lessens greenhouse gas emissions. **Better Crops**, v.94, n.4, p.16-17, 2010.